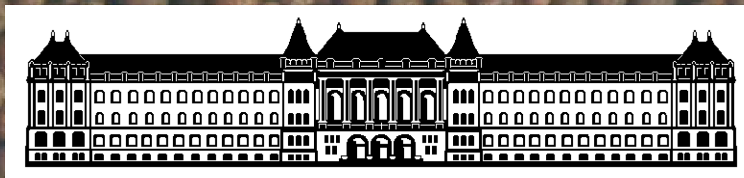
KÖNNYŰ ADALÉKANYAGOK és ADALÉKANYAGOS KÖNNYŰBETONOK

Dr. Kausay Tibor

BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék



Frissítve: 2017. november

A beton- és habarcstechnológiában *<u>adalékanyag</u>*nak a természetes és mesterséges eredetű, a természetben aprózódott, vagy a kőfeldolgozás eszközeivel aprított (tört), esetleg granulált szemhalmazokat nevezzük, amelyek a kötőanyagon, a vízen, az adalékszeren kívül a betonok és a habarcsok fő alkotórészei, és összességükben a betonok és habarcsok üregmentes térfogatának legalább 50-60 %-át kitöltik.

A kép teljességéhez tartozik az újrahasznosított adalékanyagok megemlítése.

A beton és a habarcs szilárdulása folyamán az adalékanyag kémiailag lényegében változatlanul maradó, inaktív anyag. Ha az adalékanyag a szilárdulásban kémiailag is részt vesz, akkor a szemhalmazt (például a gázbetongyártási homokot vagy pernyét) nem tekintjük adalékanyagnak. Ha az adalékanyag kémiai átalakulása a szilárd betonban vagy habarcsban akaratunk ellenére következik be, akkor az adalékanyag kémiai vagy mechano-kémiai károsodásáról beszélünk (például adalékanyag-korrózió sav, lúg, szulfátion hatására, acélsalak-korrózió, alkálifém-oxid reakció, taumazit reakció), amellyel külön címszó alatt foglalkozunk.

Nehéz adalékanyag

MSZ EN 1097-6:2013 szerint vizsgált testsűrűsége kiszárított állapotban ≥ 3000 kg/m^3.

Közönséges (szokványos) adalékanyag

MSZ EN 1097-6:2013 szerint vizsgált testsűrűsége kiszárított állapotban > 2000 kg/m^3 és < 3000 kg/m^3

Könnyű adalékanyag

MSZ EN 1097-6:2013 szerint vizsgált testsűrűsége kiszárított állapotban ≤ 2000 kg/m^3, vagy MSZ EN 1097-3 szerinti halmazsűrűsége laza és kiszárított állapotban ≤ 1200 kg/m^3

A betonok és habarcsok könnyű adalékanyagaival az MSZ EN 13055-1:2003 európai szabvány foglalkozik (angol nyelvű).

E szabvány szerint a könnyű adalékanyag ásványi eredetű, halmazsűrűsége kiszárított és laza állapotban 30-1200 kg/m^3, anyagát tekintve természetes kőanyaghalmaz (németül: natürliche Gesteinskörnung), vagy természetes nyersanyagból, ipari melléktermékből, bontott építőanyag törmelékéből előállított szemhalmaz.

Az európai felfogás szerint tehát <u>nem tartozik</u> a könnyű adalékanyagok fogalomkörébe **a növényi eredetű adalékanyag, az egyszemcsés, nagy-hézagtérfogatú könnyűbeton kavics vagy zúzottkő adalékanyaga, a sejtesített könnyűbetonok adalékanyaga. Ez utóbbiak közül azokat, amelyek a könnyűbeton-gyártás során kémiai átalakuláson mennek át (például a *gázbeton* {pórusbeton} gyártási homok vagy pernye), egyébként is helyesebb nyersanyagnak vagy alapanyagnak nevezni.**

Deutsche Fassung

Leichte Gesteinskörnungen - Teil 1: Leichte Gesteinskörnungen für Beton, Mörtel und Einpressmörtel

Lightweight aggregates - Part 1: Lightweight aggregates for concrete, mortar and grout

Granulats légers - Partie 1: Granulats légers pour bétons et mortiers

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

EN 13055-1

May 2002

ICS 91.100.15

English version

Lightweight aggregates - Part 1: Lightweight aggregates for concrete, mortar and grout

Granulats légers - Partie 1: Granulats légers pour bétons et mortiers

Leichte Gesteinskörnungen - Teil 1: Leichte Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel

Kausay

A jelentősebb, zúzott vagy granulált, és osztályozott *könnyű adalékanyagok* a következők:

- ***természetes, ásványi eredetű*: vulkáni tufa (riolittufa, dácittufa, andezittufa, bazalttufa), lávasalak (tufarétegek felszínére ömlött forró láva a nedves tufából felvett gőz miatt hólyagossá vált, ilyen például hólyagos bazalt), duzzasztott agyagkavics, duzzasztott perlit;**
- ***természetes, növényi eredetű*: fagyapot, faforgács, rizshéj, amelyeket szerepük alapján tulajdonképpen nem is sorolunk az adalékanyagok közé;**

- ***mesterséges, ipari melléktermék eredetű:*** **kohóhabsalak, granulált kohósalak, pernyekavics, kazánsalak, agloporit (az agloporitot pernye, kazánsalak zsugorodásig való kiégetésével gyártják);**
- ***mesterséges, kőolaj eredetű:*** **polisztirol gyöngy;**
- ***mesterséges, hulladék eredetű:*** **duzzasztott üveghabkavics;** **építőipari bontási és építési hulladék, ha a testsűrűsége $\leq$ 2000 kg/m^3, mint a téglahulladék, esetleg a vegyes (tégla + beton) hulladék.**

Tufa, **azaz** ***vulkáni tufa***. **(Tofus latin szó, likacsos követ jelent.). A tufák magmás (eruptív) kőzetek csoportjába tartozó vulkáni törmelékes kőzetek, amelyek a vulkánokból a levegőbe röpített és ott megszilárdult lávarészekből álltak össze. Nevükben jelzőként a kiömlési (effuzív) kőzet nevét viselik (például riolittufa, dácittufa, andezittufa, bazalttufa). Magyarországon is előfordulnak (például a fenti sorrendben Bodrogkeresztúr, Tar, Szokolya, Egyházaskesző), de zúzott könnyűbeton adalékanyagként csak a bodrogkeresztúri kőbányában termelik, illetve termelték.**

A vulkáni tufákat egyébként inkább falazókőnek vagy talajjavításra használják.



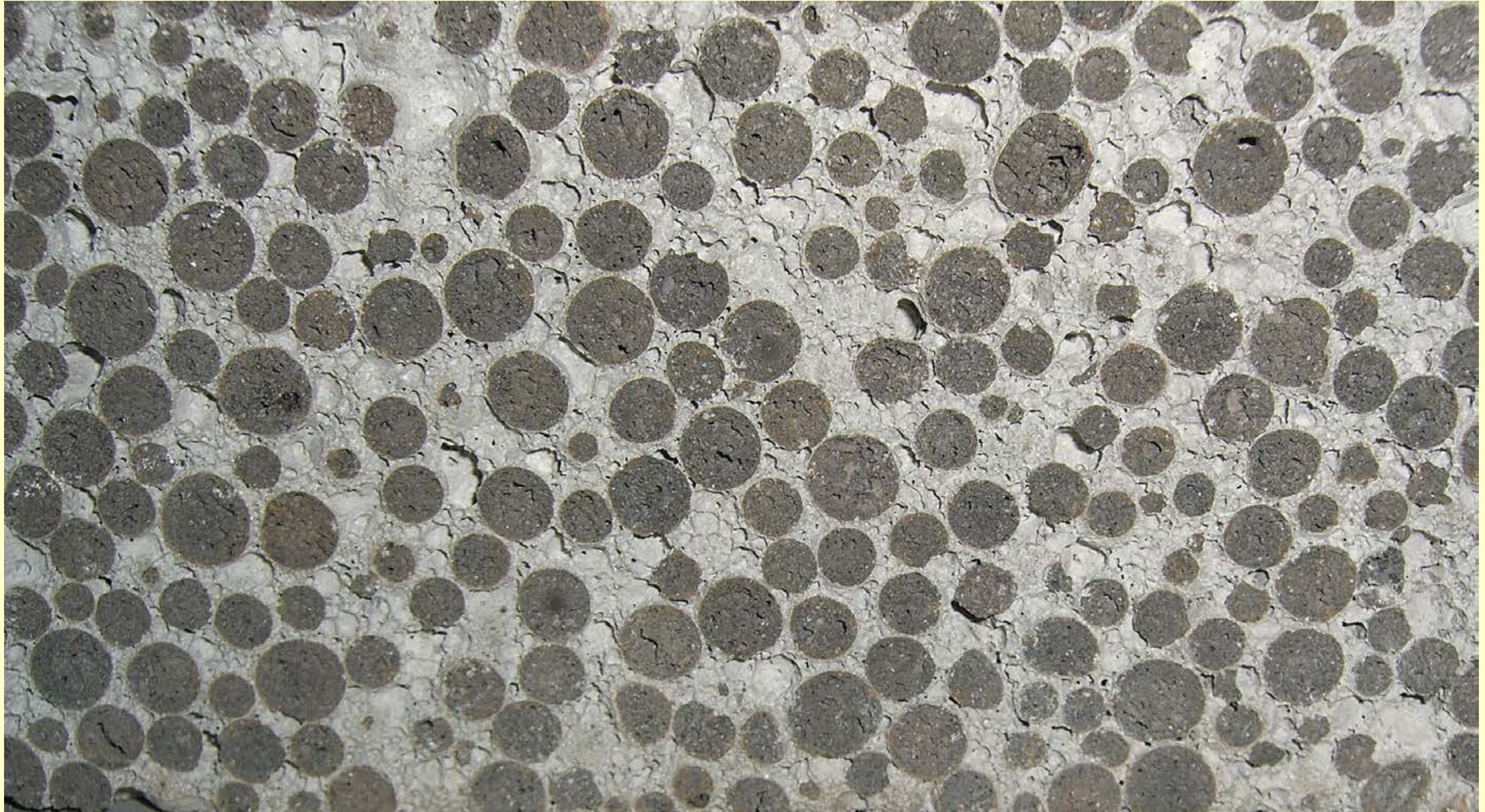
A vulkáni tufa finomszemű vagy finomra őrölt változata - ha hidraulikus tulajdonságú kovasavat tartalmaz - a *trasz* (vagy *trassz*; Trass holland szó, ragasztóanyagot, cementet jelent), amely a portlandcementklinker mellett a trasz-portlandcementek fő alkotórésze (például CEM II/A-P 42,5).

A trasz (finom szemű, vagy finomra őrölt vulkáni tufa), vízzáróságot fokozó töltőanyagként is felhasználható.

Duzzasztott agyagkavics. **(Hívják keramzitnak is, ami orosz elnevezés; németül Blähton). A duzzasztott agyagkavicsot duzzadóképes, finom eloszlásban szerves anyagot tartalmazó, leginkább jura-kori agyagok felhasználásával gyártják. Az agyagot finomra őrlik, granulálják, majd forgódobos kemencében 1200 °C feletti hőmérsékleten kiégetik. Az égetés során az agyag szerves anyag tartalma elég, a szemek megduzzadnak, felületüket megolvadt és szinterezett (zsugoröntési) burok képezi. A gyártási folyamat végén a terméket osztályozzák, és általában 0/4, 4/8, 8/16 mm szemnagyságban forgalmazzák.**

A *duzzasztott agyagkavicsból* könnyűbeton falazóelemek, födémelemek, falazóhabarcsok, feltöltések készíthetők.

Duzzasztott agyagkavicsot Magyarországon nem gyártanak, de import anyag (például Liapor) felhasználásával könnyűbeton termékek előállítása folyik.



Vágott agyagkavics-beton felület

Európai duzzasztott agyagkavics szabvány

MSZ EN 14063-1:2004 „Hőszigetelő anyagok és termékek. Helyszínen kialakított duzzasztott agyagkavics könnyű adalékanyag termékek (LWA). 1. rész: A beépítés előtti laza kitöltőanyag” (angol nyelvű szabvány).

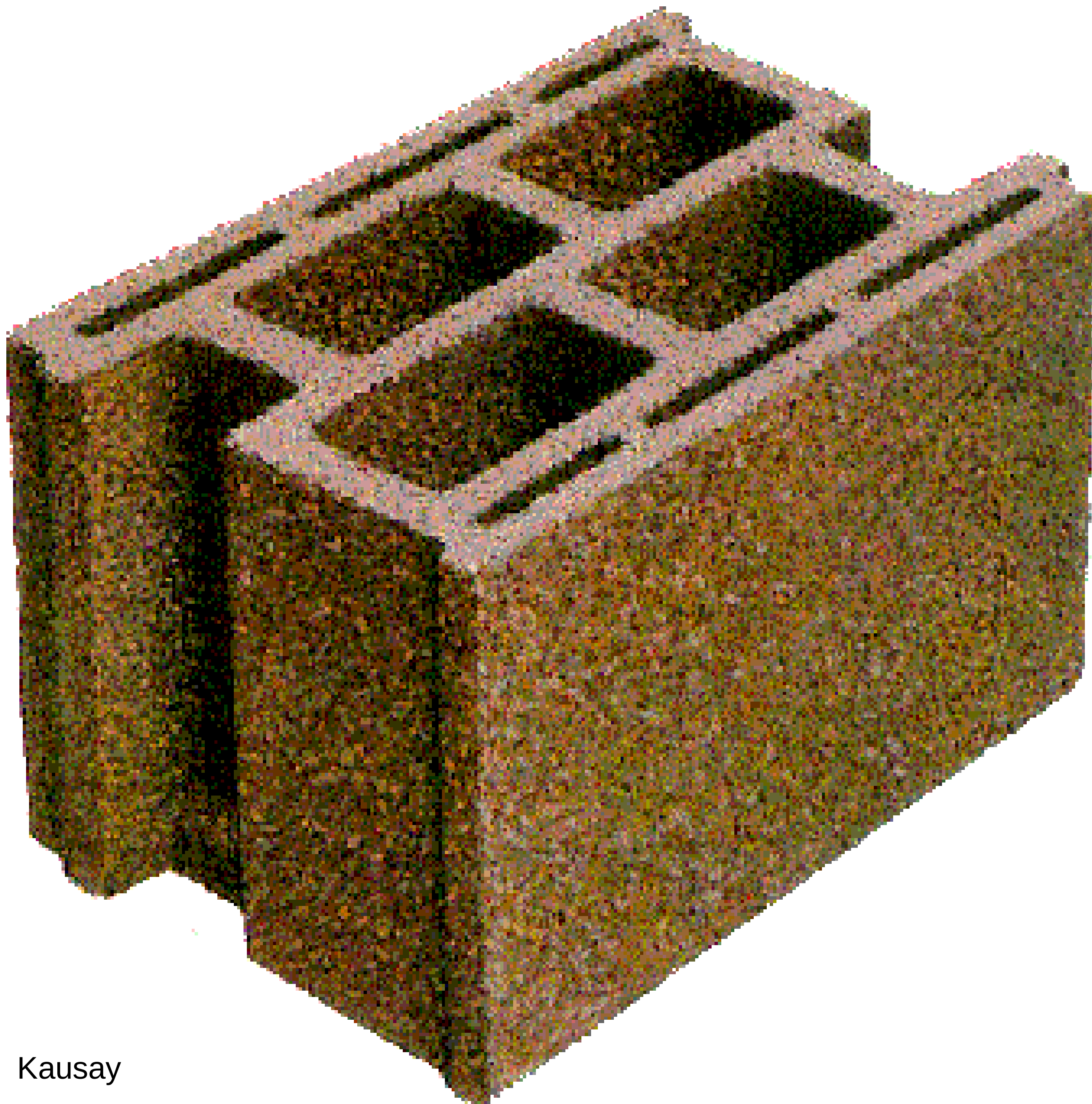
A szabvány magyar nyelvű változatának címe: „Hőszigetelő termékek épületekhez. Helyszínen kialakított hőszigetelés duzzasztott agyagkavics könnyű adalékanyagból. 1. rész: A beépítés előtti laza kitöltő anyag előírásai”



Duzzasztott agyagkavics, szemnagysága 6/10 mm



Liapor agyagkavics



Agyag-kavics adalék-anyagos, nagy-hézag-térfogatú, könnyű-beton üreges főfal-falazóelem

Az adalékanyagos, nagyhézagtérfogatú könnyűbetonban az adalékanyag csak durva és közepes nagyságú szemekből áll. A finomszemeket elhagyják vagy csak nagyon kis mennyiségben alkalmazzák (no - fines concrete). A kötőanyag mennyiséget az adalékanyag szemek felületének vékony bevonásához szükséges mértékre korlátozzák.

A nagy hézagtartalom előállítása érdekében a cement nem töltheti ki az adalékanyag szemek közötti hézagokat.

Az adalékanyagos, nagyhézagtérfogatú könnyűbeton esetén a vízadagolás nem lehet olyan nagy, hogy a cement a vízzel alulra süllyedjen és az alsó hézagokat betömje. Legyen viszont akkora, hogy a cement minden adalékanyag szemet egyenletesen bevonjon.

A frissbeton csak kissé tömöríthető, az adalékanyag szemek közötti hézagok (Haufwerksporen) nyitottak és jól láthatók.

Az adalékanyagos, nagyhézagtérfogatú könnyűbetonban adalékanyag szemek pontszerűen érintkeznek egymással. A frissbeton porozitása (Frischbetonporenraum), azaz hézagtérfogata (szemcsék közötti hézagosság) a hézagok kitöltésétől függően akár 40 térfogat%-ot is elérheti, és általában a 20 térfogat%-ot meghaladja.

Az adalékanyagos, nagyhézagtérfogatú könnyűbeton összporozitása (az adalékanyag szemekben lévő pórusok és a szemek között lévő hézagok együttes mennyisége) akár 60 térfogat% felett is lehet.



Duzzasztott üveghabkavics adalékanyagú, egyszemcsés, nagyhézagtérfogatú (no-fines) beton

Visszavont magyar adalékanyagos, nagyhézagtérfogatú, könnyűbeton szabványok

- **MSZ 11404:1992 Adalékos, könnyűbeton, kézi falazóelemek (helyette: MSZ EN 771-3:2011)**
- **MSZ 11405-1:1992 Leier-építőelemek. Általános előírások (helyette: MSZ EN 771-3:2011)**
- **MSZ 11405-2:1992 Leier-építőelemek. Habisol hőszigetelő falazóelemek (helyette: MSZ EN 771-3:2011)**

Visszavont magyar adalékanyagos, nagyhézagtérfogatú, könnyűbeton szabványok (folytatás)

- **MSZ 11405-3:1992 Leier-építőelemek. Főfalazó falazóelemek (helyette: MSZ EN 771-3:2011)**
- **MSZ 11405-4:1992 Leier-építőelemek. Pincefalazó elem (helyette: MSZ EN 771-3:2011)**
- **MSZ 11405-5:1992 Leier-építőelemek. Válaszfallapok (helyette: MSZ EN 771-3:2011)**
- **MSZ 11405-6:1992 Leier-építőelemek. Zsaluzóelemek (helyette: MSZ EN 771-3:2011)**

Európai adalékanyagos, nagyhézagtérfogatú, könnyűbeton szabványok

- **MSZ EN 771-3:2011+A1:2016 Falazóelemek követelményei. 3. rész: Adalékanyagos beton falazóelemek (tömör és pórusos adalékanyagokkal), (magyar nyelvű).**
- **MSZ EN 991:1999 Autoklávolt pórusbetonból vagy adalékanyagos nagyhézagtérfogatú könnyűbetonból készült előregyártott, vasalt építőelemek méretének meghatározása (magyar nyelvű)**
- **MSZ EN 992:1999 Adalékanyagos nagyhézagtérfogatú könnyűbeton testsűrűségének meghatározása kiszárított állapotú próbatesten (magyar nyelvű)**

Európai adalékanyagos, nagyhézagtérfogatú, könnyűbeton szabványok (folytatás)

- **MSZ EN 1354:2005 Könnyű adalékanyagos, nagyhézagtérfogatú beton nyomószilárdságának meghatározása (angol nyelvű)**
- **MSZ EN 1355:1999 A nyomó igénybevételnek kitett, autoklávolt pórusbeton vagy könnyű adalékanyagos, nagy hézagtérfogatú beton kúszási alakváltozásának meghatározása (magyar nyelvű)**
- **MSZ EN 1356:1999 Autoklávolt pórusbetonból vagy könnyű adalékanyagos, nagy hézagtérfogatú betonból készült, előre gyártott vasbeton elemek teljesítőképességi vizsgálata keresztirányú (hajlítási) terhelési alatt (magyar nyelvű)**

Európai adalékanyagos, nagyhézagtérfogatú, könnyűbeton szabványok
(folytatás)

- **MSZ EN 1520:2012 Előre gyártott*, könnyű adalékanyagos, nagy hézagtérfogatú beton építőelemek statikailag számításba vett vagy számításba nem vett vasalással (angol nyelvű)**

- **MSZ EN 1521:1999 Könnyű adalékanyagos, nagy hézagtérfogatú beton hajlítószilárdságának meghatározása (magyar nyelvű)**

*** Az „előre gyártott" kifejezés az MTA: „A magyar helyesírás szabályai" (Akadémiai Kiadó. Budapest, 2015.) szerint egy szóba írandó!**

Itt említjük meg, hogy az *Építéstudományi Intézetben* 1959-1962 között foglalkoztak az egyszemcsés kohóhabsalak öntöttbeton technológiájának kidolgozásával, és a kutatási eredményeket 1962-ben a 20. számú kutatási jelentésben tették közzé. (Témafelelős: *Fischer György*, tud. osztályvezető: *Ujhelyi János*)

A kohóhabsalak testsűrűsége 1150 – 1800 kg/m^3, halmazsűrűsége 600 – 900 kg/m^3, hővezetési tényezője 0,34 – 0,65 W/mK volt. A kísérleti egyszemcsés kohóhabsalak öntöttbeton cement adagolása 220 – 400 kg/m^2 között, testsűrűsége megszilárdult állapotban 1140 – 1810 kg/m^3 között, nyomószilárdsága 2 – 14 N/mm^2 között változott.

Ugyancsak megemlítjük a régi magyar ME-04.101:1983 “No-fines” rendszerű öntöttbeton alkalmazása” című építésügyi ágazati műszaki előírást, amely ugyan tömörítés nélkül előállított, egyszemcsés, szemcsehézagos monolit beton (NF-beton) építőipari alkalmazására vonatkozott, de az NF-beton készítéséhez nem könnyű adalékanyag, hanem legalább 2600 kg/m³ testsűrűségű kavics vagy zúzottkő adalékanyag használatát írta elő.

A műszaki előíráshoz függeléket csatoltak, amelyben részletesen foglalkoztak az NF-beton tulajdonságaival. Az ágazati műszaki előírást az *Építésügyi Minőségellenőrző Intézetben* dolgozták ki.



ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI INTÉZET
JELENTÉSE

Egyszemcsés kohóhabsalak öntöttbeton technológiájának kidolgozása

20

BUDAPEST, 1962

Kausay

ÉPÍTÉSÜGYI ÁGAZATI MŰSZAKI ELŐÍRÁS	ME–04 101–83
	Az ME–04. 101–79 helyett

„NO-FINES” RENDSZERŰ ÖNTÖTTBETON ALKALMAZÁSA

BUDAPEST, 1984

Duzzasztott perlit. **(Németül expandierter Perlit; a Perle német szó, gyöngyöt jelent, de latin eredetű szónak tartják). A perlit a riolit (kiömlési, azaz effuzív kőzet) üveges módosulata. Összetétele túlnyomórészt savanyú, és kötött vizet tartalmaz. Az egyébként nagyszilárdságú, tömött kőanyag, őrleménye hirtelen nagy hőmérsékletre hevítve megduzzad, és belőle kis-testsűrűségű, cella szerkezetű gömbök keletkeznek.**

Magyarország jelentős perlitkészlettel rendelkezik a Tokaj hegységben, és kisebb mennyiségben a Mátrában. A perlitet jelenleg, 1957 óta, Pálházán bányásszák.

A perlitet megtörik, megszárítják, több fokozatban osztályozzák, és körfolyamatban 1,6 mm alá őrlik. A nyers perlitőrleményt az országban több helyen is duzzasztják, a duzzasztási hőmérséklet általában 950-1100 °C.

A duzzasztott szemek legnagyobb szemnagysága 5 mm, általában 0/0,5, 0/1, 0/2, 1/5 mm szemnagyságra osztályozzák.

Felhasználják hőszigetelő perlitbetonok (ha kötőanyaga cement), perlithabarcsok (ha kötőanyaga mészpép, vagy cement és mészpép), ipari szűrők készítésére, továbbá mezőgazdasági, környezetvédelmi célra.



Duzzasztott perlit, szemnagysága 0/2 mm

UJHELYI JÁNOS

Perlit

BETON
HABARCS



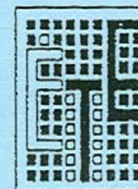
1963

Kausay





PERLIT-92 KFT



„A MAGYAR PERLIT 40 ÉVE"

V. NEMZETKÖZI PERLITKONFERENCIA

1998. OKTÓBER 8–9.

BUDAPEST

TÖMÖRÍTVÉNYEK
ABSTRACTS
ZUSAMMENFASSUNGEN

HOTEL BENCZÚR
H–1068 BUDAPEST, BENCZÚR U. 35.

Magyar perlit szabványok

- **MSZ 16011:1987 Perlitek csoportosítása és fogalommeghatározásai (Érvényes szabvány, a visszavonási szándék kinyilvánításával)**
- **MSZ 16014:1987 Duzzasztott perlitek vizsgálati módszerei (Érvényes szabvány, a visszavonási szándék kinyilvánításával)**
- **MSZ 16015:1988 Duzzasztott perlitek (Érvényes szabvány, a visszavonási szándék kinyilvánításával)**
- **MSZ 18298-1:1979 Perlit. Fogalommeghatározások (Az MSZ 16011:1987 szabvány váltotta fel)**
- **MSZ 18298-2:1979 Perlit. Nyers perlitek (Visszavonva)**
- **MSZ 18298-3:1979 Perlit. Duzzasztott perlitek (Az MSZ 16015:1988 szabvány váltotta fel)**

Európai perlit szabványok

- **MSZ EN 13169:2012+A1:2015 Hőszigetelő termékek épületekhez. Gyári készítésű duzzasztott perlit (EPB-) termékek. Műszaki előírások (angol nyelvű)**
- **MSZ EN 14316-1:2004 Hőszigetelő termékek épületekhez. Duzzasztott perlitből (EP) a helyszínen kialakított hőszigetelés. 1. rész: A beépítendő kötött és laza kitöltőanyagok (magyar nyelvű)**
- **MSZ EN 14316-2:2007 Hőszigetelő termékek épületekhez. Duzzasztott perlitből (EP) a helyszínen kialakított hőszigetelés. 2. rész: A beépített termékek előírásai (angol nyelvű)**


Nyers perlit kőzet, Pálháza
Kausay

Perlitbánya, Pálháza





Perlit törő- és őrlőmű, Pálháza

Kausay

Perlit duzzasztó, Olaszliszka

2008/9/13 10:26

Kausay

Multiciklon osztályozó és zsákoló, Olaszliszka

Szűrő-perlit gyártás keverőpálcás golyósmalomban, Olaszliszka





Pálháza

Kausay

VI. Nemzetközi Perlit Konferencia és Kiállítás



6th International Conference and Exhibition on Perlite

A magyar perlit 50 éve és jövője a környezetvédelem és a klímaváltozás jegyében

50th Anniversary and Future of Hungarian Perlite in terms of environmental protection and climate shift



SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
Budapest, 2008

Pálháza

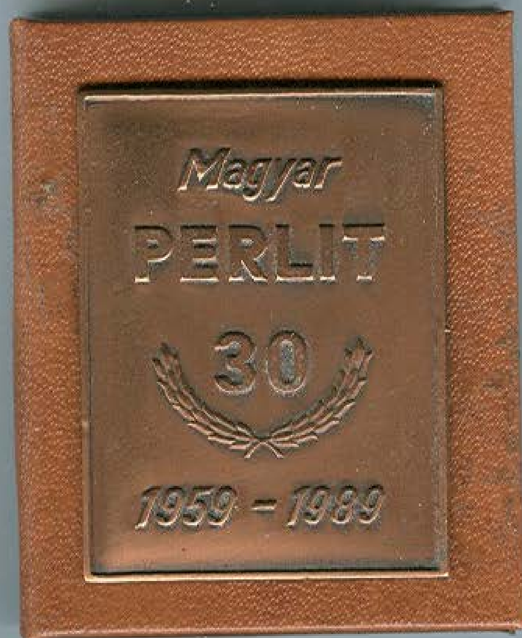
Kausay

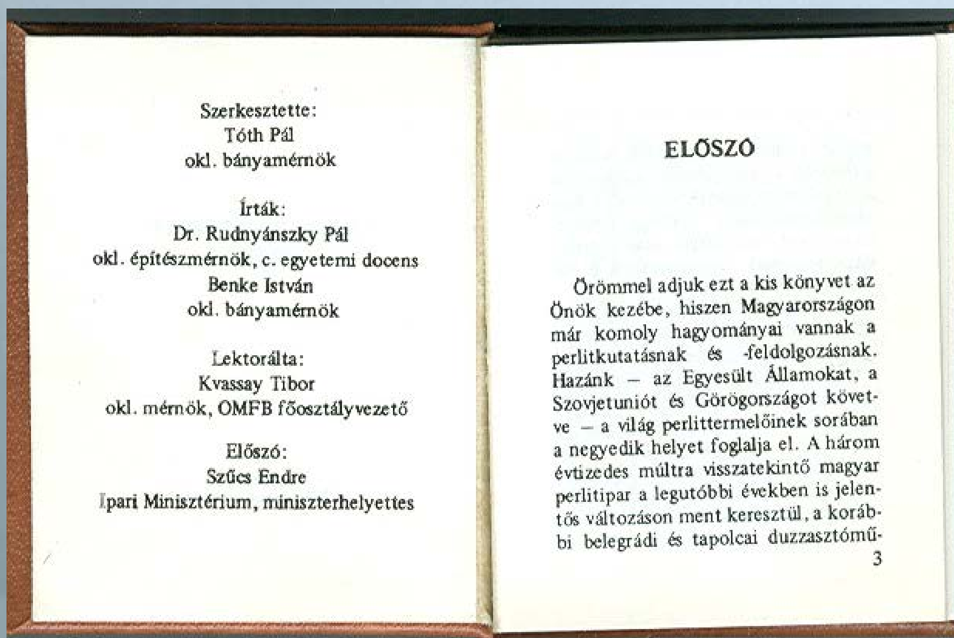
Kausay

Pálháza



Pálháza





Szerkesztette:
Tóth Pál
okl. bányamérnök

Írták:
Dr. Rudnyánszky Pál
okl. építészmérnök, c. egyetemi docens
Benke István
okl. bányamérnök

Lektorálta:
Kvassay Tibor
okl. mérnök, OMFB főosztályvezető

Előszó:
Szűcs Endre
Ipari Minisztérium, miniszterhelyettes

ELŐSZÓ

Örömmel adjuk ezt a kis könyvet az Önök kezébe, hiszen Magyarországon már komoly hagyományai vannak a perlitkutatásnak és -feldolgozásnak. Hazánk – az Egyesült Államokat, a Szovjetuniót és Görögországot követve – a világ perlittermelőinek sorában a negyedik helyet foglalja el. A három évtizedes múltra visszatekintő magyar perlitipar a legutóbbi években is jelentős változáson ment keresztül, a korábbi belegrádi és tapolcai duzzasztómű-

3



Kausay

Zúzott tégla. **(Németül rezyklierter Ziegelsplitt). Tégla anyagú építmények bontási törmelékéből, vagy építési hulladékból töréssel, osztályozással lehet könnyűbeton (MSZ EN 206:2014) készítésére alkalmas zúzott téglát előállítani. A zúzott tégla előállítására szánt építmény faláról a vakolatot a fal bontása előtt célszerű eltávolítani. Törekedni kell arra, hogy a zúzott tégla habarcs szennyeződése legfeljebb 15 tömeg% legyen. A zúzott téglát 0/4, 4/8, 8/16, 16/24 mm szemnagyságú adalékanyag frakciókra osztályozva lehet falazóelemek gyártására használni.** ***Lásd még a bontási, építési hulladék adalékanyagú, újrahasznosított betonnal foglalkozó diasorozatot*** **(http://www.betonopus.hu/szakmernoki/133-epitoanyagok-ujrahasznositasa.pdf).**



Durva téglahulladék



ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI INTÉZET
JELENTÉSE

Téglazúzalékbeton technológiájának kidolgozása

Szerző: Horváth Bors Ernő

Téglazúzalékbeton technológiájának kidolgozása

Szerző: Horváth Bors Ernő

19

BUDAPEST, 1962

Kausay

Kohóhabsalak. **(Németül Hüttenbims, Hochofen-schaumschlacke). A kohóhabsalakot a nyersvas gyártási nagyolvasztó olvadt salakjának habosításával állítják elő. A nagyolvasztó salak savas, vagy bázikus jellegű szilikátolvadék. Az 1000 °C feletti kohósalakba habosító tálcán 4-5 atü nyomással vizet nyomnak, amely víz a salakkal érintkezve gőzzé válik, és ezáltal a salakot habosítja. A habosított kohósalakot lehűtik, 30 mm legnagyobb szemnagyság alá aprítják és osztályozzák. A kohóhabsalak halmazsűrűsége 700-1150 kg/m^3. Hőszigetelő tulajdonságú könnyűbeton falazat, födémbéléstest készítésére, valamint vízszűrésre használható. (*Diósgyőrben* gyártották az 1960-1970-es években.)**

Granulált kohósalak. **(Németül granulierte Hochofenschlacke). Ugyancsak a nagyolvasztó salakjából állítják elő. A vízárammal hűtött, lejtős csatornába juttatott olvadt salakot 4-5 atü nyomású vízzel verőlapátkerékre sodorják, ahol miközben üvegesen megdermed, 0-10 mm-es szemekre aprózódik. A granulált kohósalak halmazsűrűsége 1000-1300 kg/m^3. A granulált kohósalak könnyű adalékanyag, de ennél jelentősebb, hogy őrleménye gyengén hidraulikus tulajdonságú, amely ezért a portlandcementklinker mellett a kohósalak-portlandcementek fő alkotórésze (például CEM II/B-S 32,5). (*Ózdon* gyártották az 1960-1970-es években.)**

Pernyekavics. **(Németül granulierter Aschenbims). Hőerőműveknél keletkező pernye (porszénhamu; németül Flugasche) granulálásával, majd a granulátum 1200 °C körüli hőmérsékleten való kiégetéssel állítják elő. A kiégett termék gömb alakú, nagy szilárdságú. Hazánkban nem gyártják.**

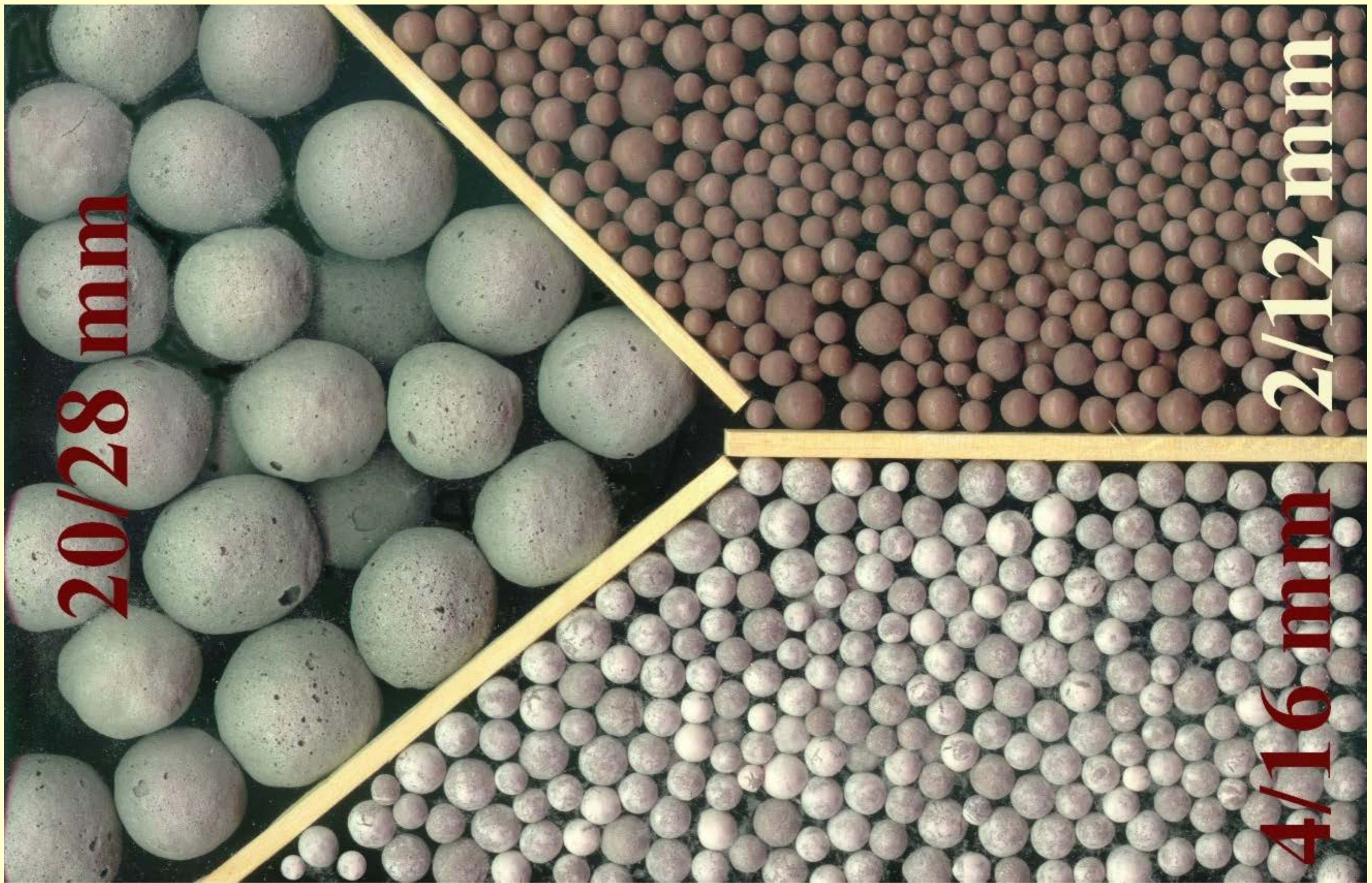
Agloporit. **(Németül Sinterbims). Az agloporitot széntartalmú hulladékanyagok (pernye, kazánsalak) zsugorodásig való kiégetésével gyártják. Az égetés után lehűtött anyagot aprítják és osztályozzák. Hazánkban nem gyártják.**

Kazánsalak, **azaz** ***szénsalak.*** **(Németül Kohlenschlacke). Könnyű adalékanyagként elsősorban a vörös kazánsalakok használhatók. Általában a kazánsalak-hányókból termelik ki az üveges szerkezetű, nem mállékony anyagot, amelyet osztályozás után például jó hőszigetelő tulajdonságú könnyűbeton falazóelemek gyártására, vagy födémek feltöltésére használnak. A kazánsalak meleg beton-padlóburkolat higiénikus voltánál fogva apró-állat istállók padlóburkolatának készítésére volt alkalmas.**

(Kazánsalakot a XX. század második felében például a Komárom megyei kazánsalak-hányokból termeltek ki.)

Duzzasztott üvegkavics **(nevezik habkavicsnak, habosított, ill. duzzasztott üveg-granulátumnak is; németül granuliertes Schaumglas). Új termék, amelynek Tatabányán a századfordulón kísérleti gyártása folyt, de folyamatos gyártás fenntartásához a kereslet kevés volt.**

A hulladéküveget megőrlik, granulálják, felületképző anyaggal vonják be, majd 800-1000 °C hőmérsékleten forgócsöves kemencében kiégetik. Szemnagysága általában 1-25 mm. Az eddigi kutatási eredmények szerint alkáli-reakcióra nem érzékeny, káros összetevőket nem tartalmaz. [*Nemes Rita - Gyömbér Csaba*: Könnyűbeton adalékanyagok összehasonlító vizsgálata. TDK dolgozat. BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék, 2001]



„Geofil” duzzasztott üvegkavics, habkavics

A „Geofil” duzzasztott üvegkavics
Hoffmann László **okl. kémia-fizika szakos tanár több országban szabadalmaztatott találmánya.**

Üveghulladékból töréssel, őrléssel, granulálással és égetéssel készült a tatabányai kísérleti üzemben, ma már sajnos nem gyártják.

A „Geofil” duzzasztott üvegkavicsról itt lehet olvasni, hallani, látni:

https://mno.hu/migr_1834/nem-kell-tobbe-soder-a-betonba-787303

http://inventor.hu/eko/jury/palyaz/hoffmann.pdf

https://www.youtube.com/watch?v=8irT27iY74c

20/28 mm

4/16 mm

„Geofil” duzzasztott üvegkavics, habkavics

GEOFIL BUBBLES
GEOFIL KFT.
2800 Tatabánya, Alugyári ú.

Polisztirol gyöngy. **(Németül expandiertes Polystyrol). A polisztirol gyöngy duzzasztott termék, amelynek alapanyaga a kőolajból előállított, finomszemű, polimerizált, hajtógázzal adagolt sztirol, amely habosítása során eredeti térfogatának 20-50-szeresére duzzad. Az így létrejött gyöngy cellaszerkezete zárt, szemnagysága 0,5-4,0 mm, halmazsűrűsége 15-35 kg/m^3. Felhasználható padlók, födémek, tetők hőszigetelő betonjának, vagy hőszigetelő habarcsok könnyű adalékanyagaként.**

Európai polisztirol szabványok

- **MSZ EN 13163:2012+A1:2015 Hőszigetelő termékek épületekhez. Gyári készítésű expandált polisztirol (EPS-) termékek. Műszaki előírások (angol nyelvű)**
- **MSZ EN 13164:2012+A1:2015 Hőszigetelő termékek épületekhez. Gyári készítésű extrudált polisztirolhab (XPS-) termékek. Műszaki előírások (angol nyelvű)**
- **MSZ EN 13499:2004 Hőszigetelő termékek épületekhez. Expandált polisztirol alapú, összetett külső hőszigetelő rendszerek (ETICS). Előírások (angol nyelvű)**

Európai polisztirol szabványok (folytatás)

- **MSZ EN 14933:2008 Hőszigetelő és könnyű kitöltő termékek építőmérnöki alkalmazásra. Gyári készítésű expandált polisztirol- (EPS-) termékek. Műszaki előírások (angol nyelvű)**
- **MSZ EN 14934:2008 Hőszigetelő és könnyű kitöltő termékek építőmérnöki alkalmazásra. Gyári készítésű extrudált polisztirolhab (XPS) termékek. Műszaki előírások (angol nyelvű)**
- **MSZ EN 15342:2008 Műanyagok. Újrafeldolgozott műanyagok. Az újrafeldolgozott polisztirol (PS) (angol nyelvű)**

BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM ÉPÍTŐMÉRNÖKI KAR
ÉPÍTŐANYAGOK TANSZÉK

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

15.

DR. BALÁZS GYÖRGY – KOVÁCS KÁROLY – PAPP ALADÁR

POLISZTIROL GYÖNGYADALÉKOS KÖNNYŰBETON



KÖZDOK

1957

Fagyapot, faforgács. (Bár tulajdonképpen nem tekintjük adalékanyagnak.) **A fagyapot (németül Holzwolle) 200-500 mm hosszú, 0,5-5,0 mm széles, 0,03-0,5 mm vastag, a faforgács (németül: Holzabfall, Holzspäne) 30-400 mm hosszú, 20-30 mm széles, max. 15 mm vastag, vegyszeres kezeléssel tartósított rostos faanyag, amelyből cement-kötéssel kis testsűrűségű, hőszigetelő tulajdonságú, ún. fabetont lehet előállítani.**

A cementkötésű fagyapotlap (például Heraklith) testsűrűsége 380-480 kg/m^3, a cementkötésű faforgácslapé (például Durisol) 500-600 kg/m^3. A fabeton lemezekből hő-, és hangszigetelő réteget, zsaluzatot, térhatároló lapot szoktak készíteni.

A fabeton termékeket Zalaegerszegen (Knauf) is gyártják.

Európai fagyapot termék szabvány

MSZ EN 13168:2012+A1:2015 Hőszigetelő termékek épületekhez. Gyári készítésű fagyapot (WW-) termékek. Műszaki előírások (angol nyelvű)

Cementkötésű faforgács felület

2009/3/23 16:24

Kausay

Rizshéj. **(Németül: Reiskruste). A rizs hántolásakor keletkező rizshéj testsűrűsége 100-150 kg/m^3, felhasználásával cementkötésű sajtolt rizshéjbeton lap vagy falazóelem készíthető. A rizshéjbeton testsűrűsége mintegy 600 kg/m^3, nyomószilárdsága 3-12 N/mm^2. Alkalmazása hazánkban nem terjedt el.**

KÖNNYŰ ADALÉKANYAGOK TULAJDONSÁGAI

Kausay

KÖNNYŰ ADALÉKANYAGOK JELLEMZŐI

- **a halmazsűrűség,**
- **a szemek testsűrűsége,**
- **a szemalak,**
- **a szemmegoszlás,**
- **a vízfelvétel,**
- **a szemek önszilárdsága,**
- **a térfogatállandóság,**
- **a klorid-, szulfát-, kéntartalom,**
- **az izzítási veszteség.**

Néhány könnyű adalékanyag tulajdonsága	Tufa	Duzzasztott agyagkavics	Duzzasztott perlit	Zúzott tégla	Duzzasztott üvegkavics
Anyagsűrűség, kg/m^3	2500-2800	2500-2600			2050-2450
Testsűrűség, kg/m^3	1200 - 2500	650-1600		1950-2150	300-1450
Halmazsűrű-ség, kg/m^3		300-800	50-180	980-1250	180-900
Porozitás, térfogat%	15-50	45-75			35-85
Vízfelvétel, tömeg%	2-25	20-50		15-25	1-60
Nyomó-szilárdság, önszilárdság	6-80 N/mm^2 (Nyomó-szilárdság szabályos alakú próbatesten mérve)	1,5-10,5N/mm^2 (20 mm-es össze-nyomódáshoz tartozó önszilárdság)		1,2-2,8 (Hummel-féle szétmorzsoló-dási tényező)	0,5-13,0 N/mm^2 (20 mm-es össze-nyomódáshoz tartozó önszilárdság)
Könnyűbeton testsűrűsége, kg/m^3	1300-2250	800-1800	200-750	1800-1900	600-1800
Könnyűbeton nyomószilárdsága, N/mm^2	5-40	8-45	0,2-3,5	12-25	2-45

Tulajdonság	Vizsgálati szabvány	Homok	Kavics	Zúzott-kő	Könnyű kőanyag-halmaz
		Homokos kavics			
Testsűrűség	MSZ EN 1097-6			XX	XX
Halmazsűrűség	MSZ EN 1097-3				XX
Vízfelvétel	MSZ EN 1097-6	X		X	X
Szemmegoszlás	MSZ EN 933-1 MSZ 4798-1 MSZ 18288-5	XX	XX	XX	X
Szemalak, ha *d* > 4 mm	MSZ EN 933-3 (réses rosta) MSZ EN 933-4 (h/v=3)			XX	XX
Szemalak, ha *D* ≤ 4 mm	MSZ EN 933-6 MSZ 18288-3 3. fejezet	X		X	X
Los Angeles aprózódás	MSZ EN 1097-2 MSZ 18287-1			XX	
Mikro-Deval aprózódás	MSZ EN 1097-1 MSZ 18287-6			XX	
Magnézium-szulfátos aprózód.	MSZ EN 1367-2 MSZ 18289-3			XX	

Halmaz-szilárdság	**MSZ EN 13055-1 A melléklet**				**X**
Fagyállóság	**MSZ EN 13055-1 C melléklet**				**X**
Agyag-iszap tartalom	**MSZ 18288-2**	**XX**			
Vízoldható kloridion tartalom	**MSZ EN 1744-1 7. fejezet**	**XX**	**XX**		
Vízoldható szul-fátion tartalom	**MSZ EN 1744-1 10. fejezet**	**XX**	**XX**		
Szerves szennyeződés	**MSZ EN 1744-1 15.1. szakasz**	**X**	**X**	**X**	**X**
Pirit szennyeződés	**MSZ EN 1744-1 14.1. szakasz**	**Y**	**Y**	**Y**	
Alkáli szilikát reakció hajlam	**MSZ 4798-1 MSZ EN 12620 MSZ EN 13055-1 MSZ CR 1901**	**Y**	**Y**		
Alkáli dolomit reakció hajlam	**MSZ 4798-1 MSZ EN 13055-1**			**Y**	

Jelmagyarázat az előző táblázathoz:

d **= névleges legkisebb szemnagyság**

D **= névleges legnagyobb szemnagyság**

XX = termékminősítő vizsgálat, amelyre van követelmény

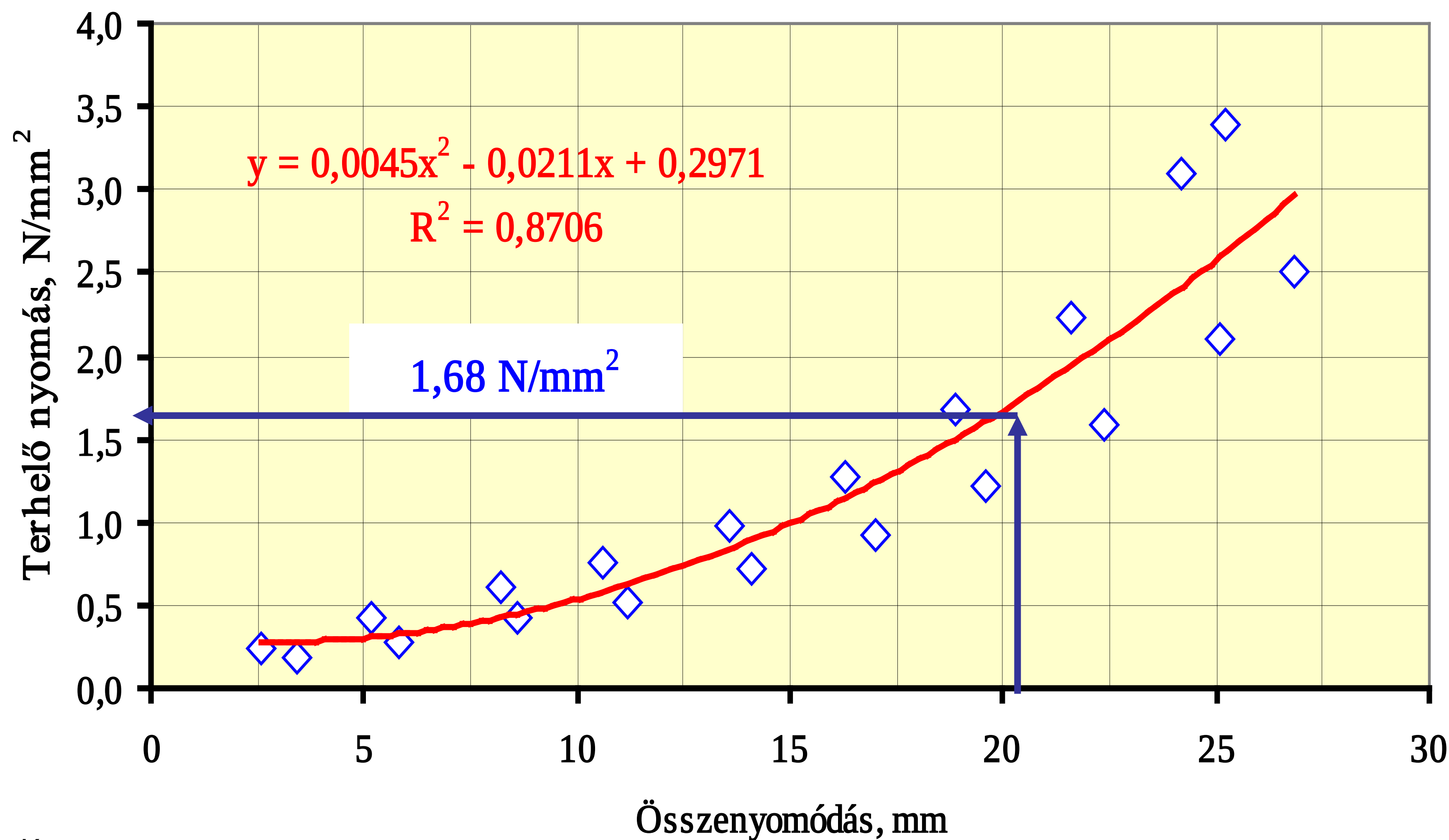
X = általában elvégzendő vizsgálat, amelyre nincs követelmény érték

Y = gyanú esetén elvégzendő vizsgálat

A könnyű adalékanyag ajánlott legnagyobb szemnagysága általában 16 mm.

A könnyű adalékanyag 4 mm feletti szemeinek MSZ EN 933-4:2008 szabvány szerinti szemalaktényező osztálya LC 16/18 könnyűbeton nyomószilárdsági osztályig legfeljebb SI40, LC20/22 könnyűbeton nyomószilárdsági osztálytól legfeljebb SI20 legyen. Az SI40 és SI20 jelben a 40 és a 20 a nem-megfelelő (nem-zömök) alakú szemek megengedett tömeg%-át jelenti. A szem alakja akkor megfelelő (zömök), ha a hosszúság/vastagság ≤ 3.

A könnyű adalékanyag 20 mm-es összenyomódáshoz tartozó halmazszilárdsága (önszilárdsága) legalább 1,5 N/mm² legyen, feltéve, hogy a könnyű adalékanyagból legalább LC8/9 nyomószilárdsági osztályú könnyűbeton előállítható. A könnyű adalékanyag halmazszilárdságát a 4 mm feletti szemeken az MSZ EN 13055-1:2003 szabvány „A” melléklete szerinti 1. eljárással kell meghatározni, és a 20 mm összenyomódáshoz tartozó feszültséggel kell kifejezni.


8/16 mm szemnagyságú téglahulladék
halmaz-szilárdság diagramja
y = 0,0045x2 - 0,0211x + 0,2971
R2 = 0,8706
1,68 N/mm2
Terhelő nyomás, N/mm2
Összenyomódás, mm
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0
3,5
4,0
0
5
10
15
20
25
30
Kausay

A könnyű adalékanyag

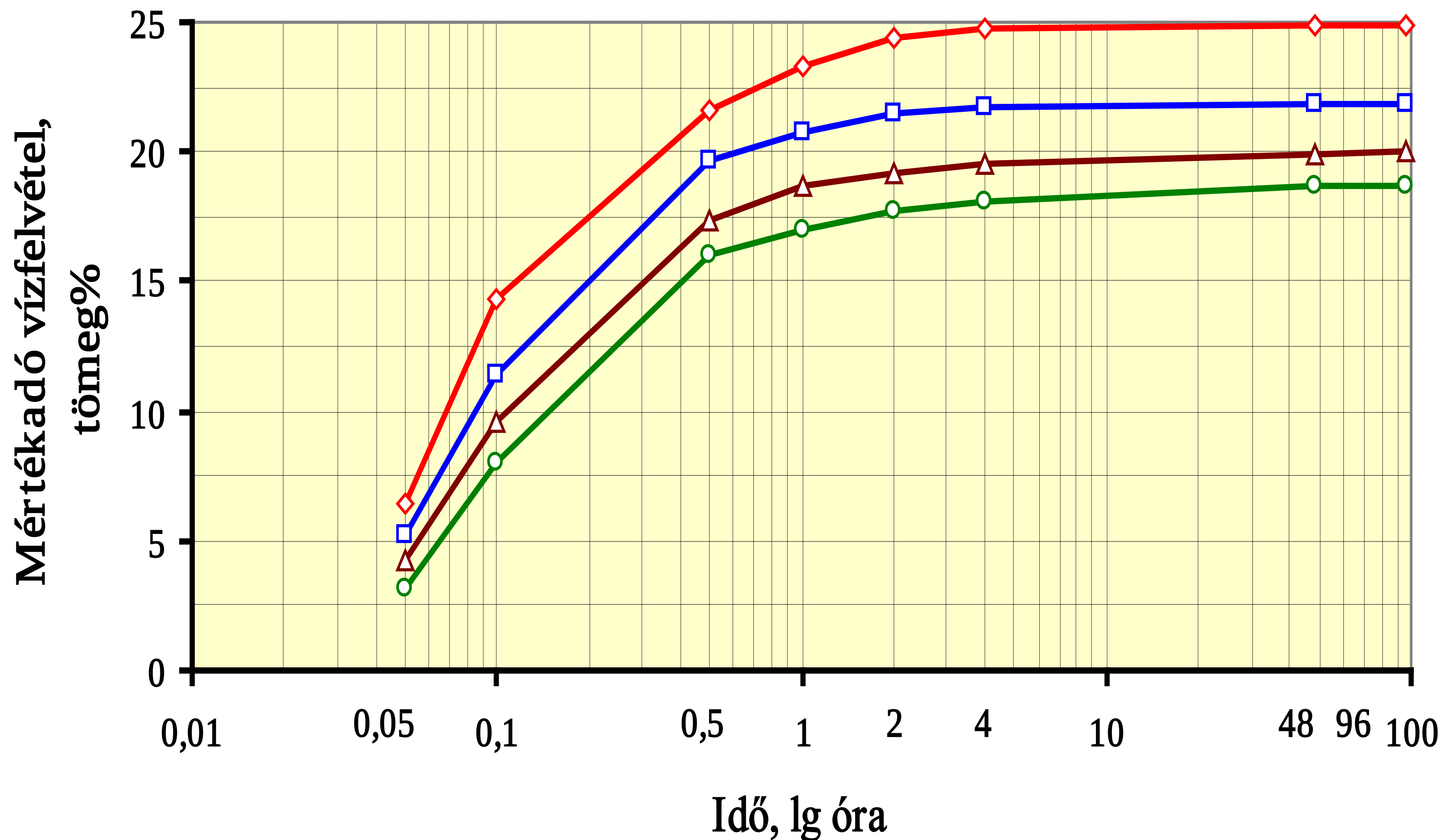
- **4 mm alatti szemeinek**

10 perces vízfelvétele legfeljebb 20 tömeg%,
1 órás vízfelvétele legfeljebb 40 tömeg%;

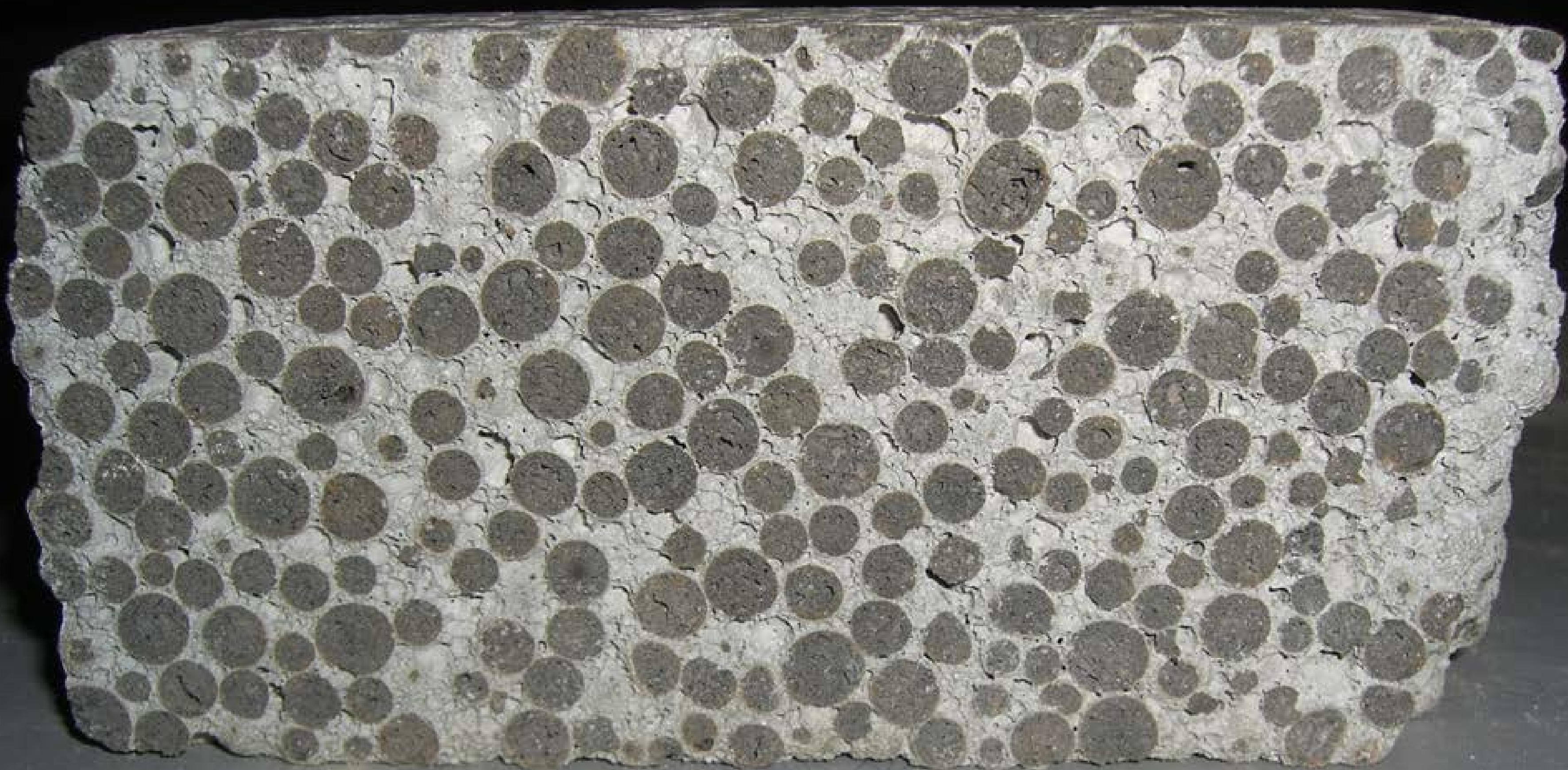
- **4 mm feletti szemeinek**

10 perces vízfelvétele legfeljebb 15 tömeg%,
1 órás vízfelvétele legfeljebb 30 tömeg% legyen.

Az adott idejű vízfelvételt az MSZ EN 1097-6:2013 szabvány szerint kell meghatározni.


Téglahulladék frakciók mértékadó vízfelvétele az idő függvényében
Mértékadó vízfelvétel, tömeg%
25
20
15
10
5
0
0,01
0,05
0,1
0,5
1
2
4
10
48
96
100
Idő, lg óra
1-4 mm
4-8 mm
8-16 mm
16-24 mm

Kausay

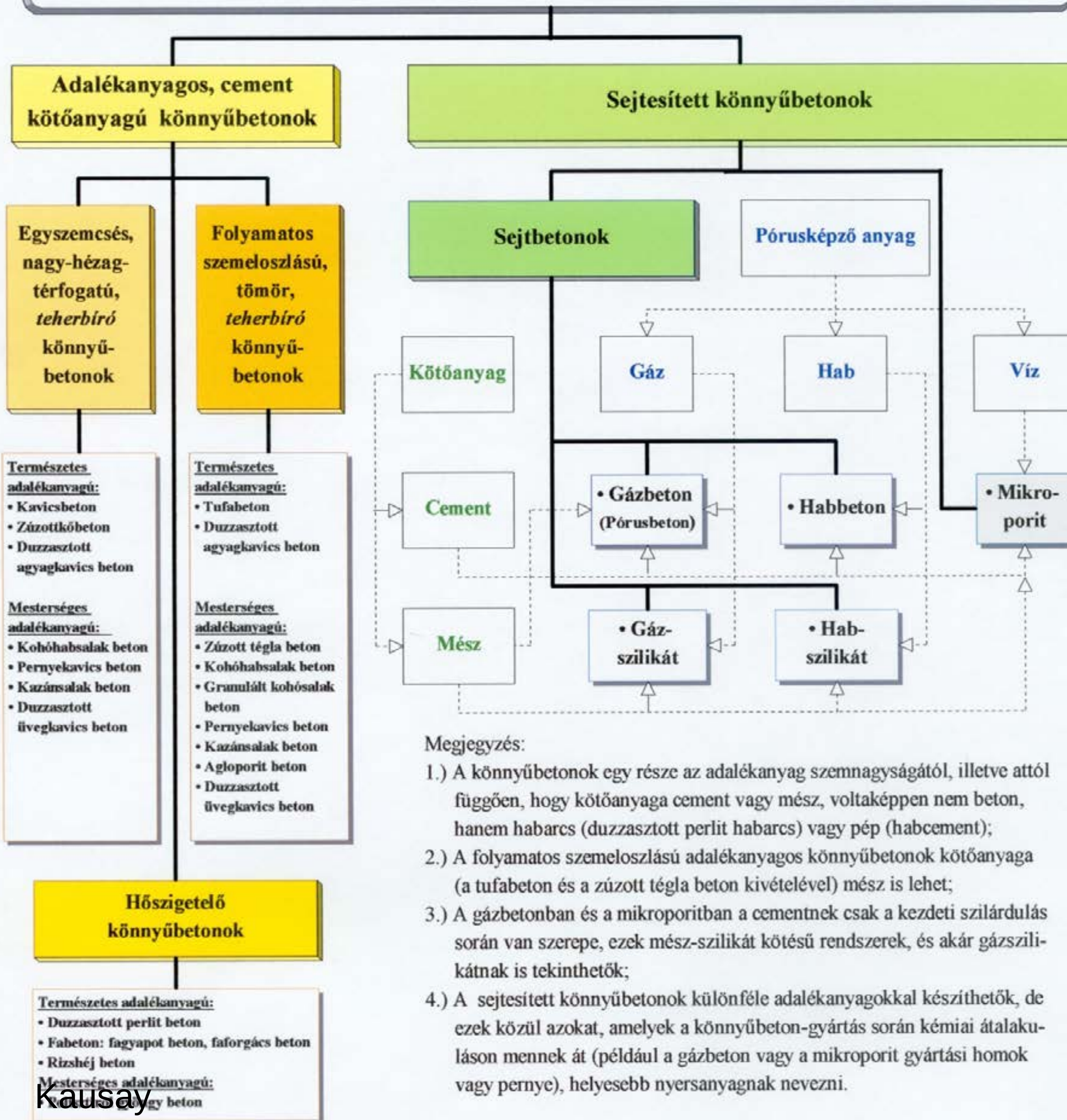


ADALÉKANYAGOS KÖNNYŰBETONOK

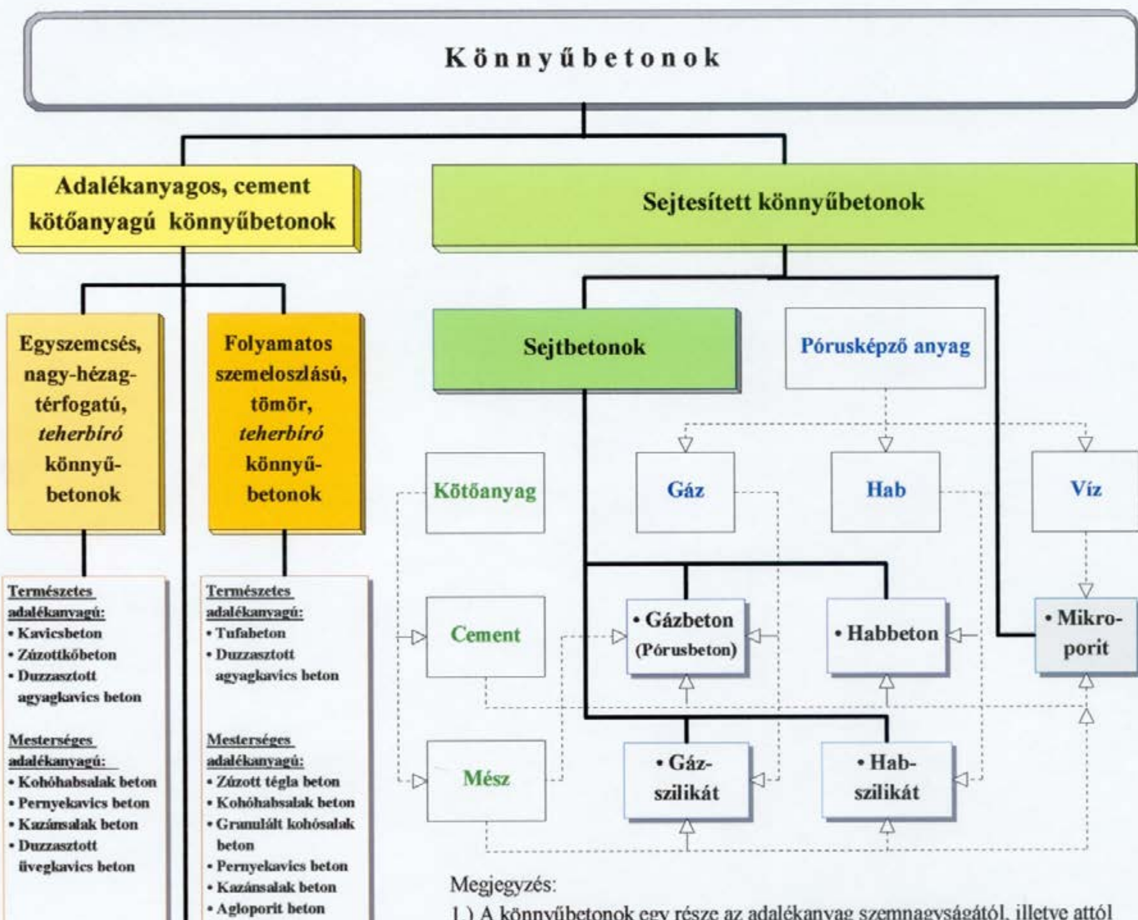
Kausay

Könnyűbetonok csoportosítása

Háttérben: Agyagkavics-beton



Kausay



Könnyűbetonok csoportosítása

Háttérben: Agyagkavics-beton

A táblázatot kinagyítva itt olvashatja:

http://www.betonopus.hu/notesz/fogalomtar/13-konnyubeton/13-1-tabla-n.jpg

Kausay

Teherbíró könnyűbetonok

Hőszigetelő könnyűbetonok

MSZ EN 206-1:2002 szerinti adalékanyagos, teherbíró könnyűbetonok

Csoport	Testsűrűség kg/m³	Nyomószilárdság, N/mm² < 2,5	2,5 - 5,0	5,0 - 7,5	7,5 - 10	10 - 15	15 <	Hővezetési tényező W/mK
Hőszigetelő könnyűbetonok	< 200	Polisztirol-gyöngy beton						< 0,06
	200 - 300	Duzzasztott perlit beton						0,06 - 0,09
	300 - 400	Habbeton						0,09 -0,12
	400 - 600	Fa-beton	Gázbeton (pórusbeton)					0,12 - 0,18
Teherbíró könnyűbetonok	600 - 800				*	*	*	0,18 - 0,25
MSZ EN 206-1:2002 szerinti adalék-anyagos, teherbíró könnyű-betonok	800 - 1100			Kohóhabsalak beton és granulált kohósalak beton				0,25 - 0,38
	1100 - 1400		Egyszemcsés, nagy-hézagtérfogatú könnyűbeton					0,38 - 0,50
	1400 - 1600			Tufabeton és duzzasztott üvegkavics beton			Duzzasztott agyagkavics beton	0,50 - 0,60
	1600 - 1800							0,60 - 0,70
	1800 - 2000					Zúzott tégla beton		0,70 -0,80

Megjegyzés: *Az MSZ 4719:1982 szabvány a 600 - 2000 kg/m³ testsűrűségű adalékanyagos betonokat tekinti teherbíró könnyűbetonnak.

** A könnyűbetonok testsűrűsége, nyomószilárdsága, hővezetési tényezője jelentős mértékben eltérhet a táblázatban szereplő értékektől.

Kausay

σ

$\sigma = f(\rho)$

$\lambda = f(\rho)$

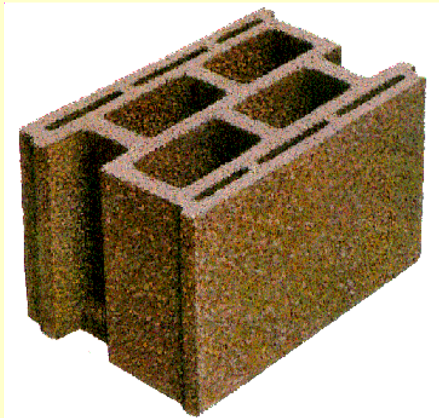
λ

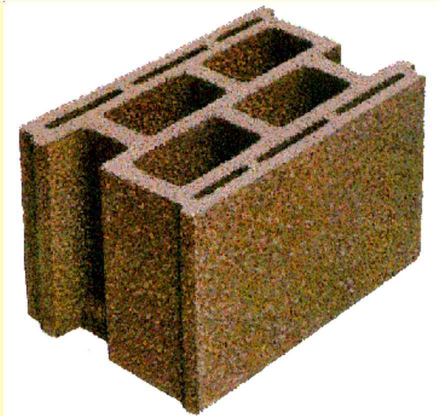
② ①

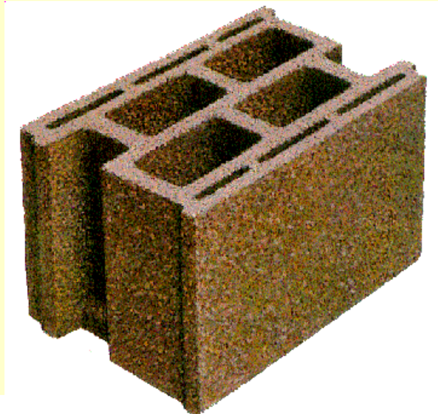
① ②

② ρ ①

Kausay







Agyagkavicsbeton

Könnyűbetonok osztályozása Németországban			
Betonféleség	Testsűrű-ség, kg/m^3	Pórusok	Nyomó-szilárdság N/mm^2
Tömör könnyű-adalékanyagos beton	1400-1800	Zárt pórusok	5 - 45
Nagyhézagtérfogatú, könnyű-adalékanyagos beton	1100-1400	Nyitott pórusok	2,5 - 12,5
Gázbeton (kereskedelmi megnevezése pórusbeton)	300 -1000	Finom pórusok	0,5 - 15
Hőszigetelő beton	300 alatt	Finom pórusok	Nem teherhordó

Könnyűbeton (angolul: lightweight concrete, németül: Leichtbeton, franciául: béton léger)

Az MSZ 4798:2016 szabvány a beton testsűrűsége alapján (adalékanyagos, teherbíró) könnyűbetonnak nevezi a **kiszárított állapotában legalább 800 kg/m^3 és legfeljebb 2000 kg/m^3 testsűrűségű betont.** ***Ezt teljesen vagy részben könnyű adalékanyag felhasználásával készítik.***

MEGJEGYZÉS: ha nincs külön megadva, akkor a könnyűbeton testsűrűsége a beton 28 napos korára értendő, egyéb esetben pedig a kort meg kell adni.

A testsűrűséget a könnyűbeton (60±5) °C hőmérsékleten tömegállandóságig szárított állapotában kell meghatározni.

Adalékanyagos könnyűbetonok nyomószilárdsági osztálya	Nyomószilárdság előírt jellemző (karakterisztikus) értéke a szilárdságvizsgálatig víz alatt tárolt Ø 150×300 mm méretű próbahengerek esetén $f_{ck,cyl}$ N/mm²	Nyomószilárdság előírt jellemző (karakterisztikus) értéke a szilárdságvizsgálatig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakockák esetén $f_{ck,cube}$ N/mm²
LC8/9	8	9
LC12/13	12	13
LC16/18	16	18
LC20/22	20	22
LC25/28	25	28
LC30/33	30	33
LC35/38	35	38
LC40/44	40	44
LC45/50	45	50
LC50/55	50	55
LC55/60	55	60
LC60/66	60	66
LC70/77	70	77
LC80/88	80	88

Megszilárdult adalékanyagos könnyűbetonok testsűrűségi osztályai (MSZ 4798:2016)

Testsűrűségi osztály	D1,0	D1,2	D1,4	D1,6	D1,8	D2,0
A testsűrűség tartománya az MSZ EN 12390-7:2009 szerint vizsgálva * kg/m^3	≥ 800 és ≤ 1000	>1000 és ≤ 1200	≥ 1200 és ≤ 1400	≥ 1400 és ≤ 1600	≥ 1600 és ≤ 1800	≥ 1800 és ≤ 2000

*** A megszilárdult könnyűbeton testsűrűségét (60±5) °C hőmérsékleten tömegállandóságig szárított állapotában kell meghatározni.**

Egyes könnyű adalékanyagokkal általában a következő könnyűbeton nyomószilárdsági osztályokat lehet elérni:

- **Finompórusú természetes tufa LC8/9**
- **Durvapórusú természetes tufa LC20/22**
- **Zúzott tégla LC25/28**
- **Kohóhabsalak LC20/22**
- **Granulált kohósalak LC30/33**
- **Duzzasztott agyagkavics LC40/44**

IRODALOM

***Grübl, P. – Weigler, H. – Karl, S.*: Beton. Arten, Herstellung und Eigenschaften. Verlag Ernst & Sohn. Berlin, 2001.**

***Faust, Th.*: Leichtbeton im Konstruktiven Ingenieurbau. Bauingenieur Praxis. Verlag Ernst & Sohn. Berlin, 2003.**

MAÚT

MAGYAR ÚT- ÉS VASÚTÜGYI TÁRSASÁG

HUNGARIAN ROAD AND RAIL SOCIETY • UNGARISCHE GESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND EISENBAHNWESEN

e-UT 07.01.21:2016

TERVEZÉSI ÚTMUTATÓ

Készült a BME
Építőanyagok és Magasépítés Tanszéken
dr. Balázs L. György egy. tanár vezetésével

32.

Közlekedésépítési célú, előregyártott könnyűbeton tartószerkezeti elemek tervezése és gyártása

Design and Production of Precast Lightweight Concrete Structural Elements for the Infrastructure

e-UT 07.01.21

1. ALKALMAZÁSI TERÜLET

Jelen tervezési útmutatóban közlekedésépítési célú, előregyártott, elsődlegesen tartószerkezeti célra alkalmazott, könnyűbeton szerkezeti elemek tervezésére és gyártására vonatkozó előírásokat és követelményeket tartalmaz. A zsaluzatra, a beépítésre és az utókezelésre a vasbetonszerkezetekre vonatkozó előírások alkalmazhatók.

1.1. Szerkezeti könnyűbeton

A jelen tervezési útmutató tárgyalt tartószerkezeti elemek anyaga olyan könnyű adalékanyagos telített vagy túltelített beton, amelynek legkisebb szilárdsági osztálya LC25/28. Az adalékanyag durva frakciója (≥ 4 mm) ásványi eredetű, természetben előforduló vagy mesterségesen előállított, szervetlen, legfeljebb 2000 kg/m^3 száraz testsűrűségű könnyű adalékanyag, míg finom frakciója (< 4 mm) általában normál testsűrűségű adalékanyag, de tartalmazhat könnyű adalékanyagot is.

1.2. Könnyűbeton tartószerkezetek

Jelen útmutató olyan, 1.1. pont szerinti könnyűbeton anyagú, beton, vasbeton vagy feszített vasbeton elemekre vonatkozik, amelyeket üzemi körülmények között gyártanak, felhasználása pedig közlekedésépítési létesítményekben tartószerkezeti vagy nem tartószerkezeti funkciójú alkotóelemként (önálló elemként vagy szerkezeti részként) valósul meg. A könnyűbeton felhasználásának elsődleges célja a kisebb önsúly előnyeinek kihasználása mind az építési folyamat, mind a tervezett erőtani viselkedés során.

A könnyűbetonok egyéb kedvező tulajdonságai (hőszigetelő képesség, tűzállóság) a szokásos közlekedésépítési célú alkalmazások során nem elsődleges jelentőségűek, ezért ezeket a jelen tervezési útmutató speciális tulajdonságként kezeli, és ezekre vonatkozó követelményeket nem tartalmaz.

1.3. Minőségbiztosítás

A gyártáshoz felhasznált anyagok, termékek feleljenek meg az érvényes hazai és európai szabványoknak, irányelveknek, valamint a jelen szövegben szereplő további szabványoknak és előírásoknak. A felhasznált anyagok, termékek megfelelőségét az adott anyag vagy termék gyártójának vagy forgalmazójának kell igazolnia, tanúsítania. Megfelelőségi igazolás hiányában vagy nemmegfelelőség gyanúja esetén a szerkezeti elem gyártója köteles a beszállított anyagot vagy a terméket megvizsgáltatni, és szükség esetén a megfelelőségét igazoltatni arra akkreditált szervezettel.

1.4. Fenntartás

A 3.1. pontban előirányzott tervezési élettartamok azon a feltételezésen alapulnak, hogy a létesítmény fenntartója a tervezett használatból eredő károsodásokat előre tervezett fenntartási tevékenység keretében kijavítja, továbbá az állapotromlás mértékétől függően a létesítmény – tartószerkezetet is érintő – felújítását rendszeres időközönként elvégzi.

2. FOGALOMMEGHATÁROZÁSOK

2.1. Adalékanyaggal kapcsolatos fogalmak

2.1.1. Könnyű adalékanyag

Természetben előforduló vagy mesterségesen előállított, szervetlen, legfeljebb 2000 kg/m^3 száraz testsűrűségű adalékanyag. Pórusszerkezetét tekintve lehet nyitott (pl. vulkáni tufa, pernyekavics, duzzasztott agyagkavics vagy agyaghomok, duzzasztott üvegkavics) vagy zárt (pl. duzzasztott üvegkavics). A könnyű adalékanyagokkal az MSZ EN 13 055-1 foglalkozik. Nem tartozik a könnyű adalékanyagok közé a növényi eredetű adalékanyag, az egyszemcsés könnyűbeton adalékanyaga, valamint a sejtesített könnyűbeton adalékanyaga.

Köszönöm a figyelmüket

Lásd még:
http://www.betonopus.hu/notesz/konnyubeton-szte-anket/konnyubeton-szte-anket-tart.htm